Aus dem Institut für Hygiene und Mikrobiologie
der Julius-Maximilians-Universität Würzburg
Vorstand: Prof. Dr. med. H.P.R. Seeliger

UNTERSUCHUNGEN ZUR VERMINDERUNG DER KEIMZAHL IM BLUMENVASEN-WASSER ALS BEITRAG ANGEWANDTER KRANKENHAUS-HYGIENE

Inaugural-Dissertation

verfaßt und der
Hohen Medizinischen Fakultät
der
Julius-Maximilias-Universität Würzburg
zur
Erlangung der medizinischen Doktorwürde

vorgelegt von

Elisabeth Freund
aus Marktredwitz

Würzburg, 5. November 1981

Aus dem Institut für Hygiene und Mikrobiologie
der Julius-Maximilians-Universität Würzburg
Vorstand: Prof. Dr. med. H.P.R. Seeliger

UNTERSUCHUNGEN ZUR VERMINDERUNG DER KEIMZAHL IM BLUMENVASEN-WASSER ALS BEITRAG ANGEWANDTER KRANKENHAUS-HYGIENE

Inaugural-Dissertation

verfaßt und der
Hohen Medizinischen Fakultät
der
Julius-Maximilias-Universität Würzburg
zur
Erlangung der medizinischen Doktorwürde

vorgelegt von

Elisabeth Freund
aus Marktredwitz

Würzburg, 5. November 1981

Referent: Prof. Dr. phil. W. Döll

Korreferent: Prof. Dr. med. H.P.R. Seeliger

Dekan: Prof. Dr. med. K.-A. Bushe

Tag der mündlichen Prüfung: 15. Dezember 1981

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der
Universität Würzburg

Meinen Eltern

Inhaltsverzeichnis

	Seite
A. EINLEITUNG	1
B. MATERIAL UND METHODE	5
I. Untersuchungsmaterial	5
a) Zusätze zum Blumenwasser	5
b) Schnittblumen	7
II. Untersuchungsmethoden	9
a) Versuche mit Blumen im Labor	9
b) Versuche mit Blumen im Krankenzimmer	10
c) Versuche mit Pflanzen mit ätherischen Ölen	11
C. ERGEBNISSE	13
a) der Versuche mit Blumen im Labor	13
b) der Versuche mit Blumen im Krankenzimmer	32
c) der Versuche mit Pflanzen mit ätherischen Ölen	35
D. DISKUSSION	37
E. ZUSAMMENFASSUNG	54
F. LITERATURVERZEICHNIS	I - VII

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41543512_0080

A. E I N L E I T U N G

In den letzten 30 Jahren haben nosokomiale Infektionen, das heißt Krankenhausinfektionen[1], erheblich zugenommen. Die Inzidenz der Infektionsrate ist unter anderem von der Hygieneüberwachung abhängig (THIMM 1976, STEUER 1979). Im Mittel erwerben 5 - 8 % aller Krankenhauspatienten eine nosokomiale Infektion (DASCHNER 1979, 1980). Dabei zeigt sich ein Erregerwandel: nicht mehr so sehr Staphylokokken, sondern gramnegative Keime stehen im Vordergrund. Ihr Anteil beträgt nun etwa 68 % aller bakterieller Krankenhausinfektionen (DASCHNER 1979). Diese Infektionen können besonders bedrohlich werden, da die Erreger oft gegen viele Antibiotika resistent sind.

Eine Übertragung der Keime geschieht meist direkt durch Kontakt und nur zu einem geringen Teil über die Luft (DASCHNER 1980, KUCKEI u. RÖDGER 1980). Probleme bereiten dabei die sog. "Naßkeime" wie Pseudomonas und Klebsiella, da sie sich durch ihre geringen Nährstoffansprüche - sie wachsen selbst in destilliertem Wasser - überall dort vermehren, wo stehende Feuchte zu finden ist. Wasser in Syphons von Waschbecken stellt ebenso eine mögliche Infektionsquelle dar, wie kontaminiertes Anfeuchtungs-

---

1) Nach einer Richtlinie des BUNDESGESUNDHEITSAMTES (1976) ist eine Krankenhausinfektion "jede durch Mikroorganismen hervorgerufene Infektion, die im kausalen Zusammenhang mit einem Krankenhausaufenthalt steht".

wasser in Beatmungsgeräten und Verneblern, das schon wiederholt Ausgangspunkt schwerer Infektionen war.

Auch Blumenvasen, die ja beinahe an jedem Krankenbett stehen, sind ein Reservoir für überwiegend gramnegative Keime (LAMMERS 1976). In den Vasen mit Schnittblumen wurden massenhaft Pseudomonas, E.coli, Klebsiella, Proteus und andere gramnegative Bakterien isoliert (ROSENZWEIG 1973, TAPLIN u. MERTZ 1973, PERKOWSKI et al. 1975). Die Keime können sowohl durch ungenügend gereinigte Blumenvasen, als auch durch die eingebrachten Blumen selbst ins Wasser gelangen (WATSON u. KOONS 1973, HUGHES 1974, MORATH 1980).

Wie groß die Infektionsgefahr durch das Blumenwasser für den Patienten ist, wird in der Literatur unterschiedlich beurteilt. Eine Studie von BARTZOKAS et al. (1975) kann keine feste Beziehung zwischen den Keimen von Blumenwassern und postoperativen Wundinfektionen feststellen. Bei seinen Untersuchungen wurde das Blumenwasser von Pflegern jedoch in einem speziellen Ausguß gewechselt, so daß die Patienten wenig Kontakt mit dem Wasser hatten. TAPLIN u. MERTZ (1973) sind dagegen der Ansicht, daß Blumenwasser als "das bedeutendste Reservoir" für Naßkeime weitgehend übersehen wird und folgern daraus, daß zumindest bei infektionsgefährdeten Patienten keine Blumenvasen im Krankenzimmer stehen sollten. Überdies berichten ANSORG et al. (1974) von einem Fall einer in Göttingen

aufgetretenen, durch Erwinia sp.[1] hervorgerufenen, foudroyanten Neugeborenensepsis. In ursächlichen Zusammenhang bringen sie die Blumen, die den Wöchnerinnen an das Bett im Entbindungszimmer gestellt worden waren. GRAEVENITZ (1976) ordnet Blumenvasen der Gruppe der "wahrscheinlichen, aber selteneren Quellen gramnegativer Hospitalinfektion" zu. Die Übertragung erfolge dabei meist indirekt, z.B. über Hände.

Die Erfahrung zeigt, daß in der Klinik die Blumen meist nicht von hygienisch vorgebildetem Personal versorgt werden; häufig wechseln die Besucher oder die Patienten selbst das Blumenwasser. Sie gießen das mit Bakterien angereicherte Wasser in die Toilette oder in das Waschbecken. Durch unvorsichtiges Hantieren können dabei nicht nur massenhaft Keime im Ausguß verspritzt, sondern auch die Hände kontaminiert werden. Da Patienten und Besucher außerdem meist nur mangelhaft über die Notwendigkeit einer exakt ausgeführten hygienischen Händedesinfektion unterrichtet sind, bedeutet dies, daß die pathogenen Keime u. U. wochenlang haften bleiben (KUCKEI u. RÖDGER 1980) und somit eine große Infektionsgefahr darstellen können.

Sicher wird es schwierig sein, dem Patienten die Blumen an seinem Krankenbett als mögliche Gefahrenquelle für ihn ins Bewußtsein zu bringen, und diesbezüglich

---

[1] SEELIGER (1978) ordnet diese Spezies mit der Bezeichnung Enterobacter agglomerans der Gattung Enterobacter zu.

sein Verhalten zu ändern. Andererseits ist es undenkbar und psychologisch unklug, Blumen im Krankenhaus generell zu verbieten.

Aufgabe der vorliegenden Arbeit soll es deshalb sein, nach anderen Möglichkeiten zu suchen, Blumenwasser als Quelle für nosokomiale Infektionen auszuschalten. Mit verschiedenen Desinfektions- sowie käuflichen Blumenfrischhaltemitteln wird eine Verminderung der Keimzahl im Blumenwasser angestrebt, ohne den Blumen zu schaden.

Da verschiedene Pflanzen selbst desinfizierende Inhaltsstoffe besitzen (MÜLLER 1951, GEßNER 1953, HOPPE 1975, 1977), soll weiterhin bei zwei Pflanzen mit ätherischen Ölen der Einfluß auf das Keimwachstum im Wasser geprüft werden.

B. MATERIAL UND METHODE

I. Untersuchungsmaterial

a) Zusätze zum Blumenwasser

Insgesamt wurden 8 chemisch definierte Desinfektionsmittel (1-8) mit unterschiedlich aktiven Gruppen, sowie 3 käufliche Fertigpräparate von Blumenfrischhaltemitteln (9-11) geprüft.

Alle Ansätze wurden mit Leitungswasser hergestellt.

1) 8-Hydroxychinolinsulfat

Verwendet wurde das Präparat Chinosol^{R} [1], das 8-Hydroxychinolinsulfat x 1 H_2O + Kaliumsulfat im Verhältnis 7:3 enthält.
Mit Tabletten von 40mg wurden Lösungen von 0,04% und 0,06% hergestellt.

2) Chloramin T

Das Präparat Clorina^{R} [2] enthält reines Chloramin T in Tabletten zu 500mg.
Geprüft wurden Konzentrationen von 0,005% (empfohlen zur Trinkwasserdesinfektion), 0,01%, 0,025%, 0,05%, 0,125% und 0,25%.

3) Hexachlorophen

Verwendet wurde die Reinsubstanz gemäß dem DAC (Deutscher Arzneimittelcodex).
Die Konzentration von 0,01% wurde durch Verdünnen einer 5%igen äthanolischen Lösung hergestellt.

---

1) Hersteller: Chinosolfabrik

2) Hersteller: von Heyden

4) Aldehyde

Wirksamer Hauptbestandteil des verwendeten Präparates Lysoformin 2000[R 1)] ist Formaldehyd.
Die Lösung wurde auf 0,05%, 0,1%, 0,25%, 0,5% und 1% verdünnt.

5) Pheylmercuriborat

Das Präparat ist unter dem Namen Hydro-Merfen[R 2)] als 0,2%ige wäßrige Lösung im Handel.
Die Konzentrationen 0,005% und 0,02% entsprechen den therapeutisch verwendeten.

6) Silber

Micropur[R 3)] enthält etwa 1% oligodynamisch wirksames Silber.
Aus Tabletten zu 100 mg wurde eine 0,05%ige Lösung hergestellt.

7) Benzalkoniumchlorid

Das Präparat Quartamon[R 4)] enthält 9,5% Benzalkoniumchlorid, ist also in die Gruppe der quartären Ammoniumbasen einzuordnen.
Geprüft wurden Lösungen von 0,25%, 0,5% und 1%.

8) Polyalkylamine

Dieses Amphotensid ist als Tego diocto[R 5)] im Handel.
Die verwendeten Konzentrationen von 0,25%, 0,5% und 1% werden auch zur Desinfektion in der Lebensmittelindustrie benützt.

Wesentliche Bestandteile aller Blumenfrischhaltemittel sind eine 2%ige Zuckerlösung als Kohlehydratlieferant und ein antibakterieller Wirkstoff. Zur Anwendung kommen vor-

---

1) Hersteller: Lysoform
2) Hersteller: Zyma
3) Hersteller: Katadyn
4) Hersteller: Schülke & Mayr
5) Hersteller: Goldschmidt

allem quartäre Ammoniumverbindungen, aber auch Hydroxychinolinsalze. Daneben können diese Mittel noch Schwermetallverbindungen und Mineralsalze enthalten. Die genaue Zusammensetzung ist patentrechtlich geschützt.
Verwendet wurden diese Mittel in der auf der jeweiligen Packung angegebenen Dosierung.

9) Compo Blumenfrisch[1)]
in 3%iger Konzentration

10) Haus Blumenborn Schnittblumenfrisch[2)]
in 2,5%iger Konzentration

11) Substral Blumenfrisch[3)]
in 3%iger Konzentration

b) Schnittblumen

1) Margareten
schnittfrisch von der Wiese, je 6 Stück pro Vase zu 200 ml.

2) Edelrosen
unterschiedlicher Spezies vom Freiland, frisch geschnitten vom Erzeuger, je 3 Stück pro Vase zu 200ml.

3) Nelken
unterschiedlicher Spezies, teils vom Blumengeschäft, wo sie bereits im Wasser standen (Nelken 1), teils direkt vom Großhändler; je 3 Stück pro Vase zu 300ml.

4) Iris
frisch vom Großhändler, je 3 Stück pro Vase zu 300ml.

---

1) Hersteller: Compo
2) Hersteller: Thompson
3) Hersteller: Barnängen

5) Gemischte Blumensträuße
von Krankenbetten einer Universitätsklinik[1]. Die Vasen waren unterschiedlich groß (150ml bis 1500ml), je nach Größe und Anzahl der Blumen.

6) Fichtenzweige
von Picea excelsa von einheimischen Bäumen, 2 Zweige pro Vase zu 200ml.

7) Salbeizweige
von Salvia officinalis aus dem Botanischen Garten Würzburg, 5 Stengel pro Vase zu 200ml.

---

1) Chirurgische Universitätsklinik Würzburg (Direktor: Prof. Dr. Kern). Vorallem der Hygieneschwester und den Stationsschwestern darf ich herzlichen Dank für die freundliche Zusammenarbeit sagen.

II. Untersuchungsmethoden

a) Versuche mit Blumen im Labor

Um vergleichbare Ergebnisse zu erhalten, wurde stets die gleiche Anzahl Stengel derselben Schnittblumenspezies (von Margareten, Rosen, Nelken, Iris) in eine Vase gestellt.
Als Vasen dienten sterile Erlenmeyerkolben mit 200ml bzw. 300ml Inhalt. Alle Stengel wurden auf etwa die gleiche Länge geschnitten, die untersten Blätter entfernt und sofort in die vorbereiteten Mischungen Ia (1-11) gebracht.
Zum Vergleich wurde jeweils eine Vase mit Blumen mit der gleichen Menge Leitungswasser ohne Zusätze gefüllt.
Nach 1 Stunde und dann alle weiteren 24 Stunden wurde nach mehrmaligem vorsichtigem Schwenken mit einer sterilen Pipette aus der Mitte der Vase Blumenwasser zur Keimzahlbestimmung entnommen.
Mit steriler physiologischer Kochsalzlösung wurde eine Verdünnungsreihe 10^{-1}, 10^{-2}, 10^{-3} usw., je nach der zu erwartenden Keimzahl, hergestellt.
Vom Blumenwasser selbst und von den einzelnen Verdünnungsstufen wurden jeweils 0,5ml auf einen sterilen Blutagar-Nährboden aufgebracht. Nach 2-tägigem Bebrüten bei 20°C wurden die Kolonien ausgezählt.
Die Vasen standen an einem hellen Fensterplatz bei Zimmertemperatur, wobei Temperaturschwankungen von 15°C bis 25°C notiert wurden. Die Blumen wurden hinsichtlich der Blühdauer, des Blühverhaltens und sonstiger, evtl. durch die Zusätze bedingte, auftretender Veränderungen beobachtet.

Die welkenden Blüten wurden nicht entfernt; die Keimzählung wurde bis zum Verwelken aller Blüten in einer Vase fortgeführt. Das Blumenwasser wurde während dieser Zeit nicht gewechselt, sondern wenn nötig das verbrauchte Wasser durch die entsprechende Lösung ergänzt.
Um festzustellen, ob durch täglichen Wasserwechsel und tägliches Kürzen der Stengel eine Keimzahlreduktion und eine Verlängerung der Blühdauer erzielt werden kann, wurde mit einer weiteren Vase wie folgt vorgegangen: Nach steriler Entnahme von Blumenwasser zur Keimzahlbestimmung wurde das Vasenwasser weggegossen, das Glas mit 200ml bzw. 300ml Leitungswasser aufgefüllt und nach mehrmaligem Schwenken (um der Glaswand anhaftende Keime abzulösen) erneut abgegossen. Nach weiterem Auffüllen mit 200ml bzw. 300ml Leitungswasser wurden die um 1-2cm gekürzten Stengel wieder ins Wasser gestellt. Nach 1 Stunde erfolgte abermals eine Keimzahlbestimmung nach oben beschriebenem Modus.

b) Versuche mit Blumen im Krankenzimmer

In Krankenzimmern der Universitätsklinik wurden 20 Blumenvasen unterschiedlicher Größe mit bunten Sträußen zufällig ausgewählt. Dabei wurde lediglich darauf geachtet, daß die Blüten äußerlich frisch aussahen. Unter sterilen Kautelen wurde aus den Vasen eine Probe des Blumenwassers entnommen und die Keimzahl bestimmt. Anschließend wurde soviel Desinfektionsmittel mit Benzalkoniumchlorid bzw. Polyalkylaminen hinzugefügt, daß - bezogen auf die Handels-

präparate - eine 0,5%ige Lösung entstand. Die Patienten wurden angehalten, das Wasser nicht zu wechseln. Nach 2 bzw. 3 Tagen wurde erneut eine Wasserprobe entnommen und die Anzahl der Keime bestimmt. Daneben wurde auf einen eventuell schädigenden Einfluß der Desinfektionsmittel auf die Blumen geachtet.

c) Versuche mit Pflanzen mit ätherischen Ölen

Aus der großen Zahl möglicher Pflanzen mit desinfizierenden ätherischen Ölen wurde Fichte und Salbei ausgewählt. 2 Zweige der einheimischen Fichte (Picea excelsa) wurden in einen sterilen Erlenmeyerkolben mit 200ml Leitungswasser gestellt. Über 5 Tage wurde täglich die Keimzahl im Wasser auf oben beschriebene Weise bestimmt.
Analoges wurde mit 5 Stengeln pro Vase von Salvia officinalis durchgeführt.
Durch Zugabe eines Lösungsvermittlers kann eine bessere Durchmischung des ätherischen Öls mit dem Wasser erreicht werden. Daher wurde in einem parallelen Versuch als Vasenwasser eine 1%ige Tween 80-Lösung verwendet.
Um zu prüfen, inwieweit eine größere Menge des ätherischen Öles das Keimwachstum des betreffenden Vasenwassers beeinflußt, wurde folgende Versuchsanordnung getroffen:
Jeweils 10ml Vasenwasser von Fichte (bzw. Salbei) wurden mit 10ml einer Lösung von

(1) 0,02g (2) 0,05g (3) 0,1g (4) 0,2g

ätherischen Öles[1] aus Fichtennadeln (bzw. Salbei) in 2%iger steriler wäßriger Tween 80-Lösung versetzt. Die Konzentration an ätherischem Öl im Blumenwasser betrugen folglich

(1) 0,1% (2) 0,25% (3) 0,5% (4) 1%

Zum Vergleich wurde eine Mischung von Vasenwasser mit gleichem Teil

(5) Aqua dest. steril

(6) 2%iger steriler wäßriger Tween 80-Lösung

hergestellt.

Von diesen Ansätzen wurden je 2ml mit noch warmen flüssigen Brain-Heart-Infusion-Agar in Petrischalen von 8,5cm Durchmesser vor dem Erstarren vermischt.

Um ein eventuelles Entweichen des ätherischen Öles zu vermeiden, wurde die Schale mit einer dünnen Schicht Nähragar abgedeckt.

Derselbe Versuch wurde mit Vasenwaser wiederholt, das im Verhältnis 1:10 mit steriler physiologischer Kochsalzlösung verdünnt worden war.

Nach 3-tägigem Bebrüten bei 20°C wurden die Kolonien mit der binokularen Lupe ausgezählt.

---

[1] Die ätherischen Öle wurden mir freundlicherweise vom Institut für Pharmazeutische Biologie Würzburg zur Verfügung gestellt. Mein besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr. Kubeczka.

C. E R G E B N I S S E

a) Ergebnisse der Versuche mit Blumen im Labor

1) Versuche mit Leitungswasser ohne Zusätze

In der Tab. 1 sind die Keimzahlen der Blumenvasen der untersuchten Schnittblumen (Margareten, Rosen, Nelken, Iris) in Leitungswasser ohne Zusätze in Abhängigkeit von der Standzeit zusammengefaßt, sowie ihre durchschnittliche Haltbarkeit (Beginn des Verwelkens). Das Wasser wurde bis zum Verwelken nicht gewechselt. Die Werte der jeweiligen Versuchsreihen (1-3) gelten als Kontrollwerte für die später aufgeführten Keimzahlen bei Zugabe von Desinfektions- bzw. Blumenfrischhaltemitteln.
Tage an denen keine Keimzahlbestimmung vorgenommen wurde, sind in der Tabelle freigelassen.

Tab. 1: Keimzahlen in Abhängigkeit von der Standzeit im Wasser von Margareten, Rosen, Nelken und Iris und mittlere Haltbarkeit

Standzeit	Margareten		Rosen			Nelken			Iris		
	1	2	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1 h	1,34	Ø	2,78	2,70	2,28	3,08	Ø	0,60	3,30	4,15	3,88
1 d	2,11	2,90	4,60	5,43	4,68	5,41	2,00	1,40	5,36	5,38	5,23
2 d	5,90	4,36	7,28	7,26		6,25	5,26	5.40	6,15	5,89	6,04
3 d	5,64		7,23		7,28		5,11	6,63	6,08	5,58	6,18
4 d	5,23	5,57	7,18	7,34	7,65	5,86		7,08	5,85	5,41	
5 d	5,30			7,11		5,36	5,15	6,99			
6 d	5,20	5,63			7,23			6,56			
7 d	4,64	5,28			7,04						
8 d	5,08										
Haltbarkeit (d)	7	6,5	3	4	6,3	4,7	4,7	5,3	3,3	3,3	3

Legende: Keimzahl als Logarithmus der Keime/ml
Ø = kein nachweisbares Keimwachstum

Aus der Tabelle geht hervor:

- Die den Pflanzen anhaftenden Keime waren mengenmäßig (1-Stunden-Wert) bei den einzelnen Blumenarten unterschiedlich: sie waren niedrig bei Margareten und Nelken (mit Ausnahme von Nelken 1, die schon beim Blumenhändler im Wasser gestanden haben), höher bei Rosen und Iris.

- In den ersten Tagen fand eine schnelle Keimzahlvermehrung statt, sie erreichte nach 2-3 Tagen ein Plateau und sank gegen Ende der Blühdauer gering ab.
- Die höchsten Keimzahlen wurden im Wasser von Rosen gemessen, mit einem Maximum von 7,65.
- Die Wachstumskurve der Keimzahlen in den Vasen einer Blumenart zeigten gleichen Verlauf.

2) Versuche mit 8-Hydroxychinolinsulfat

Die Ergebnisse sind in der Tab. 2 zusammengefaßt.

Tab. 2: Keimzahlen in Abhängigkeit von der Standzeit im Blumenwasser mit verschiedenen Konzentrationen an 8-Hydroxychinolinsulfat und mittlere Haltbarkeit

Standzeit	Rosen 1	Rosen 2	Rosen 3	Margareten 1
1 h	1,45	1,08	1,00	Ø
1 d	1,48	1,66	3,08	Ø
2 d	1,79	1,34		Ø
3 d		2,08	4,72	Ø
4 d	3,90	4,15		Ø
5 d	4,53		6,45	Ø
6 d				Ø
7 d			6,67	Ø
Konzentration (%)	0,04	0,04	0,06	0,06
Haltbarkeit (d)	o) 3 m) 5	o) 4 m) 4	o) 6,3 m) 7	o) 7 m) 5,8

Legende:

o = ohne Zusatz von Desinfektionsmittel

m = mit Zusatz von Desinfektionsmittel

Aus der Tabelle geht hervor:

- Die desinfizierende Wirkung auf die Keime im Blumenwasser war uneinheitlich. Bei Margareten wuchsen bei einer Konzentration von 0,06% keine Bakterien im Wasser, bei Rosen fanden sich bei der Konzentration von 0,06% höhere Keimzahlen als bei 0,04%.
- Der Keimzahlanstieg erfolgte langsamer als bei den Rosen in den Kontrollvasen.
- Die Haltbarkeit war im Durchschnitt nicht sicher länger.

3) Versuche mit Chloramin T

Die Ergebnisse sind in der Tab. 3 zusammengefaßt.

Tab. 3: Keimzahlen in Abhängigkeit von der Standzeit im Blumenwasser mit verschiedenen Konzentrationen an Chloramin T und mittlere Haltbarkeit

Standzeit	Margareten					
	2	2	2	2	1	1
1 h	0,90	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø
1 d	2,15	0,78	1,45	Ø	Ø	Ø
2 d	2,90	2,85	2,30	2,60	Ø	Ø
3 d	3,79	2,70	2,85	2,45	Ø	Ø
4 d	4,38	3,84	3,11	2,72	Ø	
5 d	4,57	3,43	3,81			
Konzentration (%)	0,005	0,01	0,025	0,05	0,125	0,25
Haltbarkeit (d)	o) 6,5 m) 4,2	o) 6,5 m) 4,3	o) 6,5 m) 4	o) 6,5 m) 3,5	o) 7 m) 3,3	o) 7 m) 2,5

Aus der Tabelle geht hervor:

- Mit Konzentrationen von 0,125% und 0,25% wurden alle Keime im Vasenwasser von Margareten abgetötet.
- Mit abnehmender Konzentration zwischen 0,05% und 0,005% stiegen die Keimzahlen.
- Der Welkungsprozess wurde um so mehr beschleunigt, je höher die Konzentrationen waren. In den Vasen mit völliger Keimfreiheit im Wasser war die Blühdauer auf weniger als die Hälfte verkürzt. Auch bleichten die Stengel stark aus.

4) Versuch mit Hexachlorophen

Tab. 4: Keimzahlen in Abhängigkeit von der Standzeit im Wasser von Margareten mit einer Hexachlorophenkonzentration von 0,01% und mittlere Haltbarkeit

Margareten	Standzeit								Haltbarkeit (d)
	1 h	1 d	2 d	3 d	4 d	5 d	6 d	7 d	
1	ø	1,78	4,60	4,30	5,57	6,30	6,30	6,20	o) 7 m) 6,6

Aus der Tabelle geht hervor:

- Mit der verwendeten Konzentration von 0,01% konnte keine Keimzahlverminderung im Vasenwasser erreicht werden.
- Die Blumen hielten so lange wie im Leitungswasser.

5) Versuche mit Aldehyden

Die Ergebnisse sind in der Tab. 5 zusammengefaßt.

Tab. 5: Keimzahlen in Abhängigkeit von der Standzeit im Wasser von Margareten mit verschiedenen Konzentrationen und mittlere Haltbarkeit

Standzeit	Margareten				
	2	2	2	2	1
1 h	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø
1 d	2,25	2,40	Ø	Ø	Ø
2 d	4,30	3,08	Ø	Ø	Ø
3 d	4,56	3,88	Ø	Ø	
4 d	4,98		Ø	Ø	
Konzentration (%)	0,05	0,1	0,25	0,5	1
Haltbarkeit (d)	o) 6,5 m) 3	o) 6,5 m) 2,8	o) 6,5 m) 3	o) 6,5 m) 2,8	o) 7 m) 1,5

Legende: Die Konzentrationen beziehen sich auf das verwendete Präparat Lysoformin 2000^{R}

Aus der Tabelle geht hervor:

- Im Vasenwasser mit einer Konzentration von mehr als 0,25% waren keine Keime nachweisbar.
- Eine Konzentration von 0,05% konnte das Keimwachstum nicht verringern.
- Die Haltbarkeit war, abhängig von der Konzentration, extrem verkürzt.

6) Versuche mit Phenylmercuriborat

Die Ergebnisse sind in der Tab. 6 zusammengefaßt.

Tab. 6: Keimzahlen in Abhängigkeit von der Standzeit im Blumenwasser mit verschiedenen Konzentrationen an Phenylmercuriborat und mittlere Haltbarkeit

Standzeit	Rosen			Nelken		Iris			Margar.	Rosen
	1	2	3	2	3	1	2	3	1	1
1 h	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	3,28	1,34	Ø	Ø
1 d	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	1,83	2,49	Ø	Ø	Ø
2 d	Ø	Ø			Ø	2,64	4,15	Ø	Ø	Ø
3 d	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	2,08	2,66	3,20	Ø	Ø
4 d	Ø	Ø		Ø	Ø	1,51	2,93	4,04	Ø	Ø
5 d	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø			3,48	Ø	Ø
6 d			Ø	Ø					Ø	
7 d			Ø						Ø	
Konzentration (%)	0,005								0,02	
Haltbarkeit (d)	o) 3 m) 4	o) 4 m) 4,7	o) 6,3 m) 7	o) 4,7 m) 5	o) 5,3 m) 5	o) 3,3 m) 3,7	o) 3,3 m) 4,3	o) 3 m) 3,3	o) 7 m) 6,2	o) 3 m) 4,3

Aus der Tabelle geht hervor:

- In der Konzentration von 0,005% konnte bei Rosen und Nelken in je 3 Versuchen kein Keimwachstum festgestellt werden. Bei Iris fanden sich Keimzahlen bis maximal 4,15, eine im Vergleich zu den Kontrollwerten immer noch deutliche Keimzahlverminderung.

- Im Vasenwasser von Rosen und Margareten waren bei einer Konzentration von 0,02% in je einem Versuch keine Keime nachweisbar.
- Die Haltbarkeit der Blumen bei Zusatz von Phenylmercuriborat war insgesamt eher verlängert als verkürzt.

7) Versuche mit einer Silberverbindung

Die Ergebnisse sind in der Tab. 7 zusammengefaßt.

Tab. 7: Keimzahlen in Abhängigkeit von der Standzeit im Blumenwasser und mittlere Haltbarkeit.

Standzeit	Margar. 1	Rosen 1	Rosen 2	Rosen 3
1 h	Ø	1,38	1,53	1,34
1 d	Ø	1,30	3,11	3,34
2 d	Ø	3,23	4,45	
3 d	Ø	3,78		7,26
4 d	2,89	4,15	4,38	
5 d	2,60			6,78
6 d	2,70			6,90
7 d	3,23			
Konzentration (%)	0,05			
Haltbarkeit (d)	o) 7 m) 6,2	o) 3 m) 2,3	o) 4 m) 4	o) 6,3 m) 6

Legende: Die Konzentration 0,05% bezieht sich auf das verwendete Präparat Micropur^{R}.

Aus der Tabelle geht hervor:

- Insgesamt war die desinfizierende Wirkung auf das Blumenwasser uneinheitlich:
  bei Margareten waren erst am 4. Tag Keime nachzuweisen;
  auch bei Rosen war in 2 Versuchen das Keimwachstum deutlich verringert, im 3. Versuch jedoch nur am 1. Tag, dann erreichte es den Kontrollwert.
- Mit dieser Silberverbindung im Vasenwasser blühten die Blumen im günstigsten Fall so lange wie ohne.

8) Versuche mit Benzalkoniumchlorid

Die Ergebnisse sind in der Tab. 8 zusammengefaßt.

Tab. 8: Keimzahlen in Abhängigkeit von der Standzeit und der Konzentration an Benzalkoniumchlorid im Blumenwasser und mittlere Haltbarkeit.

Standzeit	Rosen 3	Nelken 1	Rosen 2	Nelken 1	Nelken 2	Nelken 3	Iris 1	Iris 2	Iris 3	Nelken 2
1 h	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø
1 d	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø
2 d		2,18		Ø		Ø	Ø	Ø	Ø	Ø
3 d	Ø		Ø		Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø
4 d	Ø	3,78	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø
5 d	Ø	3,04	Ø	Ø	Ø	Ø				Ø
6 d	Ø	4,08	Ø		Ø	Ø				Ø
Konzentration (%)	0,25		0,5							1
Haltbarkeit (d)	o) 6,3 m) 7	o) 4,7 m) 5	o) 4 m) 4,3	o) 4,7 m) 4,7	o) 4,7 m) 5	o) 5,3 m) 5,3	o) 3,3 m) 4	o) 3,3 m) 4	o) 3 m) 3,3	o) 4,7 m) 4,7

Legende: Die Konzentrationen beziehen sich auf das verwendete Präparat Quartamon^{R}.

Aus der Tabelle geht hervor:

- Mit einer Konzentration von 0,25% wurden zwar alle Keime im Wasser einer Vase mit Rosen abgetötet, nicht jedoch in einem Versuch mit Nelken.
- Bei einer Konzentration von 0,5% konnten in keinem der untersuchten Blumenwässer Keime gefunden werden.
- Die Haltbarkeit war im Vergleich zu den Vasen ohne Benzalkoniumchlorid eher geringfügig verlängert, in keinem Fall verkürzt.

Bei den 3 Versuchen mit Iris fiel auf, daß die ins Wasser reichenden Stengelanteile nach 2 oder 3 Tagen zusammengedreht waren, so daß die Blumen in der Vase keinen Halt mehr hatten. Dies hatte jedoch keinen Einfluß auf die Blühqualität.

9) Versuche mit Polyalkylaminen

Die Ergebnisse mit verschiedenen Konzentrationen sind in der Tab. 9 zusammengefaßt.

Tab. 9: Keimzahlen in Abhängigkeit von der Standzeit und der Konzentration an Polyalkylaminen im Blumenwasser und mittlere Haltbarkeit

Standzeit	Margar.	Rosen		Nelken			Iris		
	1	1	3	1	2	3	1	2	3
1 h	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø	ø
1 d	ø	ø	ø	ø	ø		ø	1,48	ø
2 d	ø	ø		ø		ø	ø	2,08	ø
3 d	ø	ø	ø		ø	ø	ø	1,38	2,04
4 d	ø		ø	ø	ø	ø	ø	2,43	3,00
5 d	ø		ø	ø	ø	ø	ø		
6 d	ø		ø	ø	ø	ø			
7 d	ø		ø			ø			
Konzentration (%)	0,5								
Haltbarkeit (d)	o) 7 m) 6,8	o) 3 m) 3	o) 6,3 m) 7	o) 4,7 m) 5	o) 4,7 m) 4	o) 5,3 m) 5,7	o) 3,3 m) 4,3	o) 3,3 m) 3,7	o) 3 m) 3

Legende: Die Konzentrationen beziehen sich auf das verwendete Präparat Tego diocto^{R}.

Tab. 9: Fortsetzung

Standzeit	Rosen 1	Rosen 2	Nelken 1	Nelken 2
1 h	Ø	Ø	Ø	Ø
1 d	Ø	Ø	Ø	Ø
2 d	Ø	Ø	3,15	Ø
3 d	Ø	Ø	3,81	Ø
4 d	Ø	Ø	4,98	Ø
5 d		Ø	5,26	Ø
6 d			5,65	Ø
Konzentration (%)	0,25			1
Haltbarkeit (d)	o) 3 m) 2,3	o) 4 m) 4,3	o) 4,7 m) 4,7	o) 4,7 m) 4,7

Aus der Tabelle geht hervor:

- In der Konzentration von 0,25% wurden die Wasserkeime in 2 Vasen mit Rosen völlig abgetötet, in einer mit Nelken fanden sich aber letztlich doch die gleichen Keimzahlen wie in der Vergleichsvase ohne Polyalkylaminzusatz.
- In der Konzentration von 0,5% wurden in 2 Vasen mit Iris Keime nachgewiesen (maximal 3,00), alle anderen Blumenwässer waren keimfrei.
- Die Blumen blühten im Mittel so lange, wie die Vergleichsblumen im Leitungswasser.

In den Versuchen mit Iris fiel auf, daß - ähnlich wie bei Benzalkoniumchlorid - die im Wasser stehenden Teile der Stengel sich verdrehten und keinen Halt mehr boten. Dies verkürzte aber nicht die Blühdauer.

10) Versuche mit "Compo Blumenfrisch"

Die Ergebnisse sind in der Tab. 10 zusammengefaßt.

Tab. 10: Keimzahlen im Blumenwasser in Abhängigkeit von der Standzeit und mittlere Haltbarkeit

Standzeit	Margar.	Rosen			Nelken			Iris		
	1	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1 h	ø	2,65	1,68	2,34	3,69	ø	1,00	3,26	3,30	3,60
1 d	ø	3,70	3,30	3,00	4,58	ø	0,90	3,77	3,92	4,23
2 d	ø	6,51	6,30	6,11	5,59	1,98	3,66	4,04	5,20	4,56
3 d	ø	6,72		6,00		2,30	5,56	4,08	6,36	6,43
4 d	ø	7,11	6,18		6,26		6,78	5,76	6,77	7,15
5 d	ø	7,20	6,36	6,51	6,15	2,41	6,72		6,58	6,81
6 d	ø	6,93	6,78		6,23	3,90				
7 d	ø			6,87	6,04	5,81	6,60			
8 d				6,56		5,53	6,11			
Konzentration (%)	3									
Haltbarkeit (d)	o) 7 m) 6,3	o) 3 m) 6	o) 4 m) 5,3	o) 6,3 m) 7,3	o) 4,7 m) 6,3	o) 4,7 m) 5,7	o) 5,3 m) 7	o) 3,3 m) 3,7	o) 3,3 m) 5	o) 3 m) 4,3

Aus der Tabelle geht hervor:

- Keimfreiheit konnte nur bei Margareten erzielt werden.
- In den Vasen mit Rosen, Nelken und Iris war der Keimzahlanstieg während der ersten Tage im Vergleich zu den Kontrollvasen verzögert, erreichte jedoch auch dann deren Werte oder übertraf sie noch (Iris 2 und 3).

- Die Blühdauer war vorallem bei Rosen deutlich verlängert, wobei auffiel, daß alle Knospen völlig aufblühten; doch auch Nelken und Iris blühten länger.

11) Versuche mit "Haus Blumenborn Schnittblumenfrisch"

Die Ergebnisse sind in der Tab. 11 zusammengefaßt.

Tab. 11: Keimzahlen im Blumenwasser in Abhängigkeit von der Standzeit und mittlere Haltbarkeit

Standzeit	Margar. 1	Rosen 1	Rosen 2	Rosen 3	Nelken 1	Nelken 2	Nelken 3	Iris 1	Iris 2	Iris 3
1 h	0,78	1,81	1,30	1,90	2,94	ø	1,60	3,30	4,04	4,28
1 d	ø	ø	ø	1,83	1,82	ø	0,60	3,26	3,41	3,78
2 d	ø	2,70	2,20		3,67		1,30	3,15	3,75	3,36
3 d	ø			3,90	4,84	ø	1,66	4,85	3,15	3,20
4 d	ø	4,74	4,84		6,63		1,30	5,52	4,72	4,04
5 d	ø	5,20		5,90	6,36	ø	2,00	5,30	5,45	
6 d	ø	6,00	5,43		6,28	ø				
7 d	ø			5,89			2,63			
8 d	ø	6,54	6,38	6,15		ø				
9 d						ø				
10 d				6,72						
11 d				6,43						
Konzentration (%)	2,5									
Haltbarkeit (d)	o) 7 m) 6,6	o) 3 m) 7,7	o) 4 m) 7,7	o) 6,3 m) 10	o) 4,7 m) 5,7	o) 4,7 m) 8	o) 5,3 m) 6,7	o) 3,3 m) 4,7	o) 3,3 m) 5	o) 3 m) 4

Aus der Tabelle geht hervor:

- Die beste Wirksamkeit zeigte das Mittel, wenn die Blumen kaum mit Keimen kontaminiert waren (Margareten, Nelken 2 und 3).
- Auch in den Vasen mit Rosen war eine Verringerung der Keimzahl festzustellen, die besonders deutlich nach 1 Tag war und 3 bis 4 Tage anhielt, dann jedoch durch die lange Blühdauer auf über 6 anstieg.
- Im Blumenwasser der Iris zeigte sich die Wirkung in einem langsameren Keimzahlanstieg während der Blühdauer.
- Die Haltbarkeit war bei Rosen am auffälligsten verlängert (auf das Doppelte und mehr), wobei sich aus den Knospen offene Blüten entwickelten; auch Nelken und Iris blühten länger.

12) Versuche mit "Substral Blumenfrisch"

Die Ergebnisse sind in der Tab. 12 zusammengefaßt.

Tab. 12: Keimzahlen im Blumenwasser in Abhängigkeit von der Standzeit und mittlere Haltbarkeit

Standzeit	Margar. 1	Rosen 1	Rosen 2	Rosen 3	Nelken 1
1 h	Ø	1,15	1,58	1,73	3,28
1 d	Ø	4,70	3,23	3,34	5,00
2 d	Ø	7,72	6,18		7,59
3 d	Ø			7,53	
4 d		7,78	6,78		7,66
5 d		7,81		7,72	7,56
6 d			7,64	7,94	7,56
7 d			7,93		
8 d				7,79	
9 d			7,88		
Konzentration (%)	3				
Haltbarkeit (d)	o) 7 m) 1,5	o) 3 m) 5	o) 4 m) 8	o) 6,3 m) 7,7	o) 4,7 m) 5,7

Aus der Tabelle geht hervor:

- Außer in den Vasen mit Margareten konnte praktisch keine Keimzahlverminderung erzielt werden.
- Die Blühdauer konnte vorallem bei Rosen deutlich verlängert werden, in geringerem Maß auch bei Nelken. Bei Margareten war sie stark verkürzt.

13) Versuche: Tägliches Wasserwechseln,
tägliches Anschneiden der Stiele

Wird das Vasenwasser täglich erneuert und die Stiele frisch angeschnitten (vgl. S. 9), so ändern sich auch die Keimzahlen im Wasser.

Die Ergebnisse der Versuche zeigt Tab. 13.

Tab. 13: Keimzahlen im Blumenwasser vor Wasserwechsel und 1 Stunde danach in Abhängigkeit von der Standzeit und mittlere Haltbarkeit.

			Standzeit						Haltbarkeit (d)
			1 d	2 d	3 d	4 d	5 d	6 d	
Nelken	1	vor Ww		5,23		5,11	4,98		5
		1h nach Ww		4,08		3,95			
	2	vor Ww	2,78		5,28	4,83		4,79	5,3
		1h nach Ww	1,60		4,23	4,23		3,93	
	3	vor Ww	1,30	4,79	5,30	6,87	6,04	6,45	5,3
		1h nach Ww	0,90	3,73	4,34	4,90	4,74		
Iris	2	vor Ww	5,90	4,73	5,20	5,00			3,3
		1h nach Ww	3,93		4,40				
	3	vor Ww	4,88	5,15	5,88	6,18			3,3
		1h nach Ww	4,43	3,94	4,51				

Legende: Ww = Wasserwechsel

Aus der Tabelle geht hervor:

- 1 Stunde nach dem Wasserwechsel waren die Keimzahlen etwa um den Faktor 10 niedriger, erreichten bzw. überstiegen jedoch am folgenden Morgen wieder den Ausgangswert.
- Betrachtet man die Keimzahlen vor dem Wasserwechseln über die Standzeit und vergleicht sie mit den Kontrollwerten, bei denen das Wasser nicht gewechselt wurde, so liegen sie nur wenig niedriger.
- Die Haltbarkeit konnte durch tägliches Wasserwechseln und tägliches Kürzen der Stengel kaum verlängert werden.

b) Ergebnisse der Versuche mit Blumen im Krankenzimmer

Aus den Blumenwässern von 20 Sträußen am Krankenbett von Patienten einer Universitätsklinik wurden die Keimzahlen bestimmt. Anschließend wurde zur Hälfte der Sträuße ein Präparat gegeben, das Benzalkoniumchlorid[1] enthält, zur anderen eines, das aus Polyalkylaminen[2] besteht; jeweils so viel, daß - bezogen auf das Handelspräparat - eine 0,5%ige Lösung entstand. Eine zweite Keimzählung erfolgte nach 2 bzw. 3 Tagen.
Die Ergebnisse sind in den Tabellen 14 und 15 zusammengefaßt.

---

1) = Quartamon^{R}
2) = Tego diocto^{R}

1) mit Benzalkoniumchlorid

Tab. 14: Keimzahlen im Blumenwasser vor Zugabe des Mittels und nach 2 bzw. 3 Tagen

Probe Nr.	Vasen-inhalt ml	Blumenart	Keime /ml Blumenwasser	
			vor Zugabe	nach ()Tagen
1	500	Nelken	6,81	Ø (2)
2	600	Studentennelken	6,32	Ø (2)
3	100	Orchideen	5,60	Ø (2)
4	400	Nelken, Rosen	6,83	Ø (2)
5	500	Rosen, Chrysanthemen, Lilien, Fresien	5,87	Ø (2)
6	200	Nelken	5,45	Ø (2)
7	400	Nelken, Akelei	5,81	Ø (2)
8	500	Pfingstrosen	6,30	Ø (2)
9	200	Nelken, Chrysanthemen	5,38	Ø (3)
10	800	Schwertlilien	6,00	Ø (3)

Aus der Tabelle geht hervor:

- In keiner der Blumenvasen konnten 2 bzw. 3 Tage nach Zugabe des benzalkoniumchloridhaltigen Desinfektionsmittels Keime gefunden werden.

2) mit Polyalkylaminen

Tab. 15: Keimzahlen im Blumenwasser vor Zugabe des Mittels und nach 2 bzw. 3 Tagen

Probe Nr.	Vasen-inhalt ml	Blumenart	Keime /ml Blumenwasser	
			vor Zugabe	nach ()Tagen
11	1000	Nelken, Lilien, Iris	5,95	4,48 (2)
12	150	Orchideen	5,78	Ø (2)
13	1500	Chrysanthemen, Lilien	6,08	1,78 (2)
14	1000	Pfingstrosen, Iris Lupinen	5,00	1,87 (2)
15	100	Nelke	6,15	Ø (3)
16	300	Fresien	5,73	5,45 (3)
17	700	Chrysanthemen, Iris, Nelken	6,64	4,57 (2)
18	250	Lilien, Rosen	5,78	5,00 (2)
19	250	Moosröschen	5,28	1,48 (2)
20	500	Anthurium, Flieder	5,60	3,78 (2)

Aus der Tabelle geht hervor:

- Das Mittel war unter diesen Versuchsbedingungen nicht immer imstande, die Keimzahlen völlig zu reduzieren, in 4 Versuchen wurden über 10000 Keime/ml gefunden.

c) Ergebnisse der Versuche mit Pflanzen mit ätherischen Ölen

Die folgende Tab. 16 zeigt die Keimzahlen im Vasenwasser von Fichte und Salbei über eine Standzeit von 5 Tagen, und im Vergleich dazu die Keimzahlen, wenn das Wasser 1% Tween 80 enthielt.

Tab. 16: Keimzahlen in Abhängigkeit von der Standzeit im Wasser von Fichte und Salbei ohne und mit 1% Tween 80

	Standzeit				
	1 d	2 d	3 d	4 d	5 d
Fichte	3,82		5,72	5,69	
Fichte + Tween	4,38		6,58	6,79	
Salbei	3,11	5,26		5,92	5,58
Salbei + Tween	3,72	5,90		6,45	6,64

Der Tabelle ist zu entnehmen, daß die Keimzahlen in den Ansätzen mit Tween durchweg höher lagen, als ohne. Auch makroskopisch war das Wasser dieser Vasen nach wenigen Tagen trüb und die Stengel schleimig.

Werden den Blumenwässern von Fichte und Salbei die entsprechenden ätherischen Öle in verschiedenen Konzentrationen zusammen mit 1% Tween 80 zugesetzt (vgl. S. 10), so ergeben sich folgende Keimzahlen/ml:

(1) Fichtennadelöl 0,1%	4,30
(2) Fichtennadelöl 0,25%	4,30
(3) Fichtennadelöl 0,5%	3,48
(4) Fichtennadelöl 1%	2,48

Im Vergleich dazu finden sich im Vasenwasser der Zweige und mit Zusatz von 1% Tween 80 folgende Keimzahlen/ml:

(5) Fichte	4,30
(6) Fichte + Tween 80	4,48

(1) Salbeiöl 0,1%	4,70
(2) Salbeiöl 0,25%	4,00
(3) Salbeiöl 0,5%	3,48
(4) Salbeiöl 1%	1,70
(5) Salbei	4,70
(6) Salbei + 1% Tween 80	4,70

Angegeben sind jeweils die Mittelwerte aus den unverdünnten und den 1:10 verdünnten Vasenwässern.

Aus dieser Aufstellung läßt sich ersehen, daß eine deutliche Erniedrigung der Keimzahl erst ab einer Konzentration von 0,5% ätherischen Öls auftritt.

D. D I S K U S S I O N

Wie schon in der Einleitung beschrieben, werden im Blumenwasser eine große Anzahl Keime gefunden (ROSENZWEIG 1973, TAPLIN u. MERTZ 1973). Dies bestätigen auch die eigenen Untersuchungen.

Stehen die Blumen in einer Vase mit Leitungswasser, ohne daß das Wasser gewechselt wird, so folgen die Keimzahlen - bei niedriger Ausgangskeimzahl - der für eine statische Zellkultur charakteristischen Kurve. Nach STEUER (1979) vermindert sich in einer solchen Zellkultur ab 10^7 Keime/ml die Wachstumsgeschwindigkeit durch Erschöpfung des Nährstoffangebotes und durch Anreicherung toxischer Stoffwechselprodukte.

In den eigenen Versuchen wurden ähnlich wie bei PERKOWSKI et al. (1975) zwischen 10^5 und 10^7 Keimen/ml in der stationären Phase der Vermehrung gezählt. Andere Autoren berichten von noch wesentlich höheren Keimzahlen im Blumenwasser: HUGHES (1974) fand nach 3 Tagen 10^{10} Keime/ml, TAPLIN u. MERTZ (1973) sogar Höchstwerte bis 10^{13} Keime/ml, was aber, stellt man sich ein Bakterien-Zellvolumen von nur $1\,/um^3$ vor, unwahrscheinlich ist.

Die logarithmische Wachstumsphase der Keime dauerte etwa 2 Tage, abhängig von der Ausgangskeimzahl.

Die Pflanze beeinflußt auch selbst, durch hemmende oder fördernde Stoffe ihre mikrobielle Flora (KAITZIS 1977), so daß sich die anhaftenden Keime in Art und Menge unterscheiden. Auch in den eigenen Versuchen zeigten die Blumen

eine unterschiedliche Ausgangskeimzahl: sie waren niedrig bei Margareten und Nelken, höher bei Rosen und Iris. Inwieweit noch andere Faktoren wie z.B. die Stengelbeschaffenheit (rauh oder glatt) oder eine spätere Kontamination (Hände, Umgebung) eine Rolle spielen, ist aus diesen Ergebnissen nicht zu ersehen.
Schnittblumen, die ins Krankenhaus gebracht werden, sind wahrscheinlich schon mit einer höheren Keimzahl belastet als solche, die frisch geschnitten wurden. Wenn die Blumen beim Händler im Wasser stehen, findet eine Vermehrung der Keime statt, folglich sind auch die Stengel stärker mit Keimen behaftet. Dies zeigte auch ein Versuch mit Nelken (1).

Um das Infektionsrisiko für den Patienten im Krankenhaus durch Keime im Blumenwasser zu mindern, ist es nötig, nach Möglichkeiten zu suchen, die Keimzahlen im Wasser zu senken.
Über Desinfektionsmittelzusätze zur Verhinderung von Hospitalinfektionen durch Blumenwasser wird in der Literatur wenig berichtet:
SMELLIE u. BRINCKLOW (1963) versuchten Hexachlorophen, Chlorhexidin, Na-salicylat und Chlorkresol, wobei Chlorhexidin das Bakterienwachstum am besten hemmte. Auch JOHANSEN et al. (1974) töteten pathogene Bakterien mit Chlorhexidin ab. McGOVERN u. JACKSON (1974) sowie HUGHES (1974) setzten dem Blumenwasser eine Hypochloritlösung zu, ROSENZWEIG (1973) und BARTZOKAS et al. (1975) verwendeten eine Wasserstoffperoxidlösung.

Zum Zweck der Blumenfrischhaltung wurde jedoch schon lange versucht, dem Vasenwasser ein Desinfektionsmittel zuzusetzen. Damit soll verhindert werden, daß die wasserleitenden Gefäße durch Fäulnisbakterien verstopft werden. Das "Chemielexikon" von RÖMPP (1966) führt unter dem Stichwort "Blumenfrischhaltemittel" unter anderen Kupfersalze, Silbersalze, Chinosol, Kaliumpermanganat und eine quartäre Ammoniumverbindung auf. Allerdings sind Bakterien und Pilze sicherlich nicht die alleinige Ursache für ein Verstopfen der Wasserleitungsbahnen, auch die mechanische Schädigung beim Schneiden, sowie Stoffwechselprodukte der Pflanze selbst und absterbende Zellverbände können dafür verantwortlich gemacht werden.

Die keimhemmende Wirkung des 8 - H y d r o x y c h i n o l i n s beruht auf seiner Fähigkeit,Metalle aus Enzymkomplexen von Mikroorganismen zu binden (SCHWIETZER 1951, TARTLER et al. 1963). Diese Bindung ist allerdings reversibel; durch Zugabe entsprechender Metallionen kann die Hemmwirkung aufgehoben werden. Ob und in welchem Umfang die Blumen und die Vasen einen Einfluß auf dieses Gleichgewicht haben, kann hier nicht beantwortet werden. 8-Hydroxychinolin ist besonders wirksam gegen grampositive Kokken, weniger gegen gramnegative Stäbchen (WEUFFEN u. TÄRTLER 1963). Da im Blumenwasser vorallem gramnegative Keime zu finden sind, ist es auch nicht verwunderlich, daß in den eigenen Versuchen eine nicht unbedeutende Anzahl von Keimen nachgewiesen wurde. So ist es vielleicht

auch zu deuten, daß eine stärkere Konzentration des Mittels nicht unbedingt zu einer Verminderung der Keime im Vasenwasser führte.
In den USA wird vorallem von MAROUSKI (1972, 1974) das 8-Hydroxychinolin mit einem Zuckerzusatz als Blumenfrischhaltemittel propagiert. Allerdings räumt auch er ein, daß es das Keimwachstum in der Vase nicht verhindern kann. Durch 8-Hydroxychinolinsulfat allein konnte in den eigenen Untersuchungen die Haltbarkeit der Schnittblumen nicht sicher verlängert werden.

Chlorverbindungen als Zusatz zum Blumenwasser versuchten auch McGOVERN u. JACKSON (1974) und HUGHES (1974). Allerdings läßt sich bei beiden Veröffentlichungen keine genaue Konzentration an Hypochlorit oder aktiven Chlor errechnen, so daß eine quantitative Gegenüberstellung zu den eigenen Ergebnissen mit C h l o r a m i n T nicht möglich ist. Die eigenen Versuche wurden mit Chloramin T durchgeführt, da Hypochloritlösungen relativ instabil sind und sich durch Licht- und Lufteinwirkung zersetzen.
Die Ergebnisse zeigen, daß selbst in einer Konzentration, in der nicht mehr alle Keime abgetötet wurden (unter 0,05%), die Lebensdauer der Margareten deutlich reduziert war. Auch McGOVERN u. JACKSON (1974) fanden bei höherer Hypochloritkonzentration ein früheres Welken der Blumen. Die oxidierende Wirkung schädigt offenbar nicht nur die Keime im Wasser, sondern auch die Pflanze selbst.

Will man dem Blumenwasser H e x a c h l o r o p h e n

zusetzen, so besteht die Schwierigkeit darin, daß diese Substanz in Wasser praktisch unlöslich ist. Deshalb wurde in vorliegendem Versuch eine konzentrierte äthanolische Lösung verwendet, aus der bei Wasserzugabe das Hexachlorophen in feinverteilter Form ausfiel. SMELLIE u. BRINCKLOW (1963) konnten mit einem hexachlorophenhaltigen Handelspräparat in einer Konzentration von 0,01% das Keimwachstum im Wasser von Astern um einige Tage verzögern. Im eigenen Versuch konnte lediglich eine Verlangsamung des Wachstums in den ersten Tagen erreicht werden.
Das Wirkungsspektrum von Hexachlorophen umfaßt vorallem grampositive Keime, weniger wirksam ist es gegen gramnegative (BURKHARDT u. STEUER 1980). Folglich ist es auch nicht erstaunlich, daß in einer dem Blumenwasser entnommenen Probe nur gramnegative Bakterien gefunden wurden.

A l d e h y d e , speziell Formaldehyd, sind starke Protoplasmagifte; sie reagieren mit den funktionellen Gruppen der Proteine (HORN et al. 1972). In der vorliegenden Arbeit wurde ein Handelspräparat benutzt, das aus einem Gemisch solch aktiver Aldehyde, im wesentlichen Formaldehyd, besteht.
Bereits in der geringen Dosierung von 0,25% (vom Hersteller zur Flächendesinfektion empfohlen : 0,5% - 2%) wurden alle Keime im Blumenwasser von Margareten abgetötet. Jedoch scheint es, daß dieses Mittel auch schädigend in den Eiweißstoffwechsel der Pflanze eingreift, denn in allen Versuchen resultierte eine stark verkürzte Haltbarkeit der Schnittblumen.

P h e n y l m e r c u r i b o r a t wirkt bakterizid auf gramnegative und grampositive Erreger sowie auf Pilze. Das Phenylquecksilberion blockiert den Proteinstoffwechsel der Keime.

Um die Versuche möglichst praxisnah zu gestalten, wurde die Lösung nicht mit destilliertem Wasser, wie vom Hersteller in der Anleitung empfohlen, sondern mit Leitungswasser verdünnt. Durch einen hohen Chlorgehalt im Leitungswasser könnte es zur Ausfällung von schwerlöslichem Phenylquecksilberchlorid kommen. Dies trifft jedoch bei dem hiesigen Wasser nicht zu, außerdem dürfte bei der verwendeten geringen Konzentration von Phenylmercuriborat diese Reaktion ohne Bedeutung sein (SCHUBERT 1949).

Die Keime im Vasenwasser von Nelken und Rosen konnten durch eine 0,005%ige Lösung völlig abgetötet werden. Bei den Versuchen mit Iris traten Keimzahlen bis maximal 4,15 auf. Dabei fiel auf, daß die Zahl der Keime über die Standzeit nicht einer normalen Wachstumskurve folgten, sondern stark schwankten. Ob diese Diskrepanz in technischen Unzulänglichkeiten der Versuchsbedingungen begründet ist, oder ob das Desinfektionsmittel durch die hohe Ausgangskeimzahl überfordert war, oder ob durch gewisse wachstumsfördernde Stoffe der Irispflanze selbst die desinfizierende Kraft von Phenylmercuriborat übertroffen wurde, kann nicht endgültig entschieden werden. Vielleicht könnten Versuche mit höherer Konzentration zur Klärung beitragen.

Als S i l b e r verbindung wurde ein Handelspräparat gewählt, das etwa 1% Silber enthält. Im Wasser entstehen

durch Dissoziation oligodynamisch wirksame Silberionen, die die Keime abtöten.
Nach einem Gutachten von EFFENBERGER (1972) entkeimt dieses Mittel auch bakteriell stark verunreinigtes Wasser innerhalb Stunden bei einer Konzentration von 0,01%. Allerdings wurde in seinen Untersuchungen Trinkwasser verwendet, dem er Keime zusetzte. In den eigenen Versuchen war das Keimwachstum vorallem im Wasser der Margareten, aber auch in 2 Vasen mit Rosen verlangsamt, eine völlige, länger anhaltende Keimfreiheit war jedoch nicht zu erreichen. Das mag daran liegen, daß Blumenwasser nicht frei von Schwebstoffen ist, und so ein beträchtlicher Teil des Silbers von diesen Teilchen, von den Stengeln und von der Wand adsorbiert wird, was zur Wirkungseinbuße führt.

B e n z a l k o n i u m c h l o r i d ist eine quartäre Ammoniumverbindung.
Die praktische Verwendung dieser Verbindungen im Krankenhaus hat in den letzten Jahren eine starke Einschränkung erfahren, da sie neben einem schmalen Wirkungsspektrum (bevorzugt auf grampositive Keime) durch hohe Eiweiß- und Seifenfehler belastet sind (BURKHARDT u. STEUER 1980). Auch wurden Infektionen bekannt - vorallem durch Pseudomonas und Enterobacter - nach Desinfektion mit kontaminierter Benzalkoniumchloridlösung (DUKES 1980), da sich gewisse Spezies dieser Stämme noch in konzentrierten Lösungen quartärer Ammoniumverbindungen vermehren können (BURKHARDT u. STEUER 1980).

Jedoch sollte man nicht pauschal von "den quartären Ammoniumverbindungen" sprechen, da sie je nach Länge der Kohlenstoffkette unterschiedliche antibakterielle Aktivität gegenüber verschiedenen Mikroorganismen zeigen (HORN et al. 1972).
Obgleich auch im Blumenwasser überwiegend gramnegative Bakterien zu finden sind, zeigen die Ergebnisse vorliegender Versuche deutlich die Wirksamkeit des verwendeten Handelspräparates in einer Konzentration von 0,5%. Weder bei den Versuchen im Labor, noch im Krankenzimmer (bei nachträglicher Zugabe des Desinfektionsmittels) konnten in dieser Konzentration zu irgendeinem Zeitpunkt Keime nachgewiesen werdne. Zusätzlich konnte die Blühdauer der Schnittblumen durch Zugabe dieses Mittels eher verlängert werden.
Das Zusammenkrümmen und Verdrehen der Irisstengel könnte durch die Herabsetzung der Oberflächenspannung bedingt sein. Die Vermutung liegt nahe, daß auch andere weichstielige Schnittblumen wie z.B. Tulpen oder Narzissen einen derartigen Schaden ihrer Stengel erleiden. Ein Umknicken der Blume ließe sich aber teilweise auch verhindern, indem man die Vase nur zur Hälfte mit Wasser füllt.

Aus der Gruppe der Desinfektionsmittel der Amphotenside wurde ein Handelspräparat bestehend aus P o l y a l k y l a m i n e n ausgewählt. Dieses Mittel besitzt ein breites Wirkungsspektrum auch gegen gramnegative Erreger.
Auf Grund der Versuche im Labor wurde eine Konzentration von 0,5% als ausreichend festgestellt, da außer in 2 Ver-

suchen mit Iris in den Vasen kein Bakterienwachstum nachgewiesen werden konnte. Auch im Wasser der Iris waren nur wenige Keime zu finden (bis maximal 3,00), gegenüber den Kontrollwerten noch immer eine Keimzahlabnahme von mehr als 99,9%.

Für das Keimwachstum in den Vasen mit Iris könnten dieselben Gründe diskutiert werden wie bei Phenylmercuriborat. Bei den Versuchen im Krankenzimmer enttäuschte das Präparat in der Konzentration von 0,5%. Nach den Ergebnissen im Labor hätte man eine bessere Keimzahlminderung erwarten dürfen. Letztlich war nur in 2 Vasen ein völliges Abtöten der Bakterien möglich, in 3 weiteren Vasen verringerte sich das Keimwachstum auf weniger als 100 Keime/ml.

In den Vasen, in denen nur eine geringe Keimzahlabnahme möglich war, standen überdurchschnittlich häufig Iris oder Lilien. Ob es sich dabei nur um einen Zufall handelte, oder ob wirklich die Blumenart entscheidend dafür verantwortlich war, kann auf Grund der geringen Versuchszahl nicht beurteilt werden. Auch kann angenommen werden, daß die Oberflächenstruktur der Vasen im Krankenhaus zur teilweise ungenügenden Keimreduktion beitrug. In diesem Sinne wies LAMMER (1976) in einem Fachgutachten nach, daß bei rauheren Oberflächen längere Einwirkungszeiten bzw. höhere Konzentrationen des Mittels erforderlich sind, als bei glatten Flächen. Auch könnte eine Enthemmung des Desinfektionsmittels durch in den Vasen vorhandene Schmutzteilchen stattgefunden haben. Eine weitere Möglichkeit,

daß das Wasser zwischenzeitlich durch die Patienten gewechselt wurde, ist unwahrscheinlich, aber letztlich nicht sicher auszuschließen.
Bevor jedoch diesem Amphotensid die Eignung als Desinfektionsmittel für das Blumenwasser abgesprochen wird, sollte versucht werden, durch Erhöhung der Konzentration auf 1% eine Wirksamkeitssteigerung zu erzielen. Auch die Herstellerfirma empfiehlt zur Abtötung der relativ resistenten Pseudomonaden eine 1%ige Gebrauchslösung.

B l u m e n f r i s c h h a l t e m i t t e l werden von verschiedenen Herstellern angeboten. Hier wurden nur 3 Mittel ausgewählt: "Compo Blumenfrisch", "Haus Blumenborn Schnittblumenfrisch" und "Substral Blumenfrisch". Diese enthalten im wesentlichen (laut Angaben der Hersteller) Zucker, einen antibakteriellen Wirkstoff, Mineralsalze und Schwermetallverbindungen. Dadurch sollen die die Stengelenden verstopfenden Bakterien und Pilze abgetötet werden und zugleich der Blume die nötigen Nährstoffe zugeführt werden (WILL 1974).
Die eigenen Versuche zeigen, daß alle 3 verwendeten Blumenfrischhaltemittel die Blühdauer von Rosen, Nelken und Iris zum Teil erheblich verlängerten.
Hinsichtlich der Keimzahlminderung konnten diese Mittel nicht überzeugen. Mit "Substral Blumenfrisch" wurde außer bei Margareten, die erstaunlicherweise ziemlich an Haltbarkeit einbüßten, keine Senkung der Keimzahl erzielt. Auch "Compo Blumenfrisch" konnte nur während der ersten Tage das Keimwachstum im Wasser gering verzögern. Von den

3 getesteten Frischhaltemitteln hemmte "Haus Blumenborn Schnittblumenfrisch" das Bakterienwachstum am besten, jedoch wurden auch bei diesem Mittel durch die längeren Standzeiten sehr hohe Keimzahlen erreicht. Das könnte unter Umständen verhindert werden, wenn zwischendurch das Wasser gewechselt würde. Dann bestünde aber die noch größere Gefahr des Verspritzens von kontaminiertem Wasser. Außerdem war die Wirksamheit bei den einzelnen Blumenvasen sehr unterschiedlich; je höher die Ausgangskeimzahl im Wasser war, desto geringer war die Keimzahlminderung. Insgesamt sind Blumenfrischhaltemittel geeignet, um die Blühdauer von Schnittblumen zu verlängern. Im Krankenhaus aber können sie zur Verhinderung des Infektionsrisikos durch das Wasser nicht empfohlen werden, da sie - obwohl sie antibakterielle Inhaltsstoffe haben - ein beachtliches Keimwachstum zulassen.

T ä g l i c h e s W e c h s e l n des Blumenwassers und Kürzen der Stengel wird immer wieder empfohlen,um das Welken der Schnittblumen zu verzögern. Auch MORATH (1980) kommt zu dem Schluß, daß tägliches Wasserwechseln entscheidend ist, die Keimzahlen im Wasser niedrig zu halten. In welchem Maß es möglich ist, die Keimzahl im Blumenwasser durch dieses Vorgehen zu senken, sollte auch in vorliegenden Untersuchungen nachgeprüft werden. Das Ergebnis zeigt eindeutig, daß dadurch größere Keimzahlsenkungen nicht erreicht werden. Unmittelbar nach Wasserwechsel sind zwar deutlich weniger Keime im Wasser (etwa 1/10), jedoch vermehren sich die Keime rasch innerhalb 24 Stunden auf die

Werte des Vortages und mehr.
Aus krankenhaushygienischer Sicht ist es daher nicht einzusehen, das Wasser öfters zu wechseln; im Gegenteil bedeutet dies für den Patienten noch eine zusätzliche Infektionsgefährdung durch das stark kontaminierte Wasser. Da durch das tägliche Abschneiden der Stengel (es sollen die verstopften Stengelanteile entfernt werden) keine wesentliche Blühverlängerung zu erzielen war, kann vor einem solchen Vorgehen nur gewarnt werden.

Nach GILDEMEISTER u. HOFFMANN (Bd. 1 1956) wirken ätherische Öle abhängig von Konzentration und Einwirkungsdauer mehr oder weniger schädigend auf Bakterien und Mikroorganismen.
Welchen Einfluß die ätherischen Öle frischer Pflanzen - stellt man sie ins Blumenwasser - auf die Keimzahl im Vasenwasser haben, wurde in vorliegender Arbeit an Fichtenzweigen und Salbei geprüft. Die gefundenen Keimzahlen zwischen 10^5 und 10^6 Keimen/ml entsprechen in etwa denen, die in Vasen mit anderen Schnittblumen gefunden wurden (vgl. Kontrollwerte S. 13).
Da die meisten ätherischen Öle schlecht wasserlöslich sind (nach GEßNER 1953 löst sich 1 Tropfen in 200ml Wasser), wurde einem Teil der Vasen als Lösungsvermittler Tween 80 zugesetzt. Idealerweise müßte für jedes ätherische Öl der geeignete Lösungsvermittler in der optimalen Konzentration bestimmt werden (ELLÖ 1962).
In den Vasen mit der 1%igen Tween 80-Lösung lagen die

Keimzahlen durchweg höher, als in denen mit Leitungswasser. Wie WINTER u. WILLEKE (1957) beschrieben, können Tweene selbst wachstumshemmend wirken oder auch die Wirkung der ätherischen Öle herabsetzen. Inwieweit bei dem eigenen Versuch eine Minderung der desinfizierenden Wirkung des Öls vorliegt, oder ob es sich um einen Spüleffekt handelt, wobei auf Grund der Herabsetzung der Grenzflächenspannung durch Tween vermehrt Bakterien von den Stengeln und der Wand abgespült werden, kann aus den Ergebnissen nicht ersehen werden.

Weiter wurde versucht, die desinfizierende Wirkung von Fichtennadelöl und Salbeiöl auf das Blumenwasser zu quantifizieren.

Um die eventuelle Eigenwirkung des Lösungsvermittlers konstant zu halten, wurde für alle Verdünnungsstufen der ätherischen Öle eine 1%ige Tween 80-Lösung verwendet. Mischungen, die eine höhere Konzentration als 1% Öl aufwiesen, konnten nicht ausgezählt werden, da der Agar durch die entstandene grobe Emulsion getrübt wurde.

Eine deutliche Erniedrigung der Keimzahl war ab einer Konzentration von 0,5% ätherischen Öls zu sehen. Fehlermöglichkeiten bei dieser Methode können in einer ungleichmäßigen Verteilung des Öls, in einer Eigenwirkung des Lösungsvermittlers und im Auszählen der Kolonien liegen. Außerdem kann die desinfizierende Wirkung der ätherischen Öle durch Reaktion mit Luftsauerstoff unter Bildung von Peroxiden verstärkt werden (BOURNOT 1949, GILDEMEISTER u. HOFFMANN Bd. 1 1956), andererseits sind

die Öle leicht flüchtig.

Arbeiten anderer Autoren können deshalb nur mit Einschränkung als Vergleich der Wirkungsstärke herangezogen werden, zumal auch sie über große Schwankungsbreiten innerhalb einer Versuchsreihe berichten (LEBDUSKA u. PIDRA 1940).

BÄR (1948) testete 20%igen wäßrigen Salbeiextrakt auf seine antibakterielle Wirksamkeit in der Diffusionsplatte; ein Hemmhof fand sich nur bei Corynebakterien, nicht bei Streptokokken, Staphylokokken und Colibakterien.

COLLIER u. NITTA (1930) prüften 106 ätherische Öle in ihrer Wirkung u.a. auf Streptokokken, Staphylokokken und Colibakterien. Als Lösungsvermittler setzten sie geringe Mengen absoluten Alkohols zu, selbst ohne hemmenden Einfluß in dieser Konzentration. Sie fanden Fichtennadelöl in der Verdünnung 1:400 wirksam gegen Streptokokken, 1:100 gegen Staphylokokken und Colibakterien. Salbeiöl konnte Streptokokken in der Verdünnung 1:200 hemmen, war jedoch in der Verdünnung 1:100 wirkungslos gegenüber Staphylokokken und Colibakterien.

HETTCHE u. ROSENTHAL (1935), die zur Stabilisierung der Emulsion Saponin zusetzten, kamen zu dem Ergebnis, daß Fichtennadelöl in der Verdünnung 1:250 nur eine mäßige Wirkung auf Staphylokokken hat, und ebenso geringe bakterizide Eigenschaften auf Colibakterien in der Verdünnung 1:125 hat.

KELLNER u. KOBER (1954) prüften eine Anzahl ätherischer Öle auf ihre Wirksamkeit in Dampfform. Sie fanden, daß Fichtennadelöl keine Wirksamkeit gegenüber Colibakterien zeigte, bessere gegenüber Streptokokken und Staphylokokken.

Salbeiöl hemmte das Wachstum von Streptokokken und Staphylokokken, aber kaum das von Colibakterien.
Ohne Zusatz von Emulgator oder Lösungsvermittler prüfte BRIESKORN (1950) die Bakterizidie von Salbeiöl. Bei einer Ausgangskeimzahl von 10^7 Keimen eines Mundbakterienstammes erreichte er bei dauernder Einwirkung von 0,1% ätherischen Öls eine Keimzahlsenkung auf etwa 10^6 Keime; entsprechend geringer war die Keimzahlsenkung bei niedrigerer Konzentration. Er hat weiterhin festgestellt, daß ein 10%iger Salbeiaufguß etwa 0,02% ätherisches Öl enthält.
Da die getrockneten Blätter und das Kraut 1,5% - 2,5% ätherisches Salbeiöl besitzen (GEßNER 1953, GILDEMEISTER u. HOFFMANN Bd. 7 1961, HOPPE Bd. 1 1975), läßt sich errechnen, daß nur etwa 1/10 des ätherischen Öls in Lösung gehen und wirksam werden können. Da man andererseits weiß, daß die Salbeistengel - bezogen auf das Trockengewicht - nur 0,07% - 0,18% ätherisches Öl enthalten, ist es verständlich, daß frische Stengel, stellt man sie in die Vase, keinen merklichen bakteriziden Effekt auf das Blumenwasser ausüben.
Bei Fichtennadelöl verhält es sich ähnlich, da sich aus den Zweigen und Zweigspitzen nur 0,15% - 0,25% Öl gewinnen läßt (GILDEMEISTER u. HOFFMANN Bd. 4 1956, HOPPE Bd. 2 1977).

Unter ungünstigen Bedingungen, z.B. bei geschwächter Abwehrlage des Patienten, kann jede Keimart eine Infektion hervorrufen (WERNER 1977). Aus dieser Sicht ist es nicht ratsam, zwischen apathogenen und pathogenen Keimen im Blumenwasser zu unterscheiden, sondern es sollte vielmehr eine

größtmögliche Keimarmut im Wasser angestrebt werden.
Da viele Desinfektionsmittel die Haltbarkeit der Schnittblumen erheblich beeinträchtigen (Chlor, Formaldehyd), und es andererseits keine allgemein gültigen Richtlinien zur Desinfektion der Naßkeime gibt, wird der Erfolg in der Praxis den Wert des Mittels festlegen (LAMMER 1972).
Mit dem benzalkoniumchloridhaltigen Präparat wurde ein Mittel gefunden, das in einer 0,5%igen Konzentration sicher alle Keime im Vasenwasser abtötet, ohne den Blumen zu schaden.
Dieses Ergebnis war nicht unbedingt zu erwarten, da (wie vorne beschrieben) quartäre Ammoniumverbindungen wie Benzalkoniumchlorid vorallem bakterizid auf grampositive Keime wirken, andererseits aber gerade im Blumenwasser mit gramnegativen Keimen zu rechnen ist.

Die praktische Durchführung im Krankenhaus könnte folgendermaßen aussehen:
Zu jeder frischen Vase mit Blumen gibt man so viel von der o.g. Desinfektionsmittellösung dazu, daß eine 0,5%ige Lösung entsteht (5ml auf 1l). Um das Abmessen des Mittels zu erleichtern, könnte man von einer 1:10 verdünnten Lösung ausgehen.
Ferner bestünde auch die Möglichkeit, daß die Zugabe des Desinfektionsmittels durch das Pflegepersonal erfolgt, unter Umständen nur 2 bis 3 mal wöchentlich zu allen neuen Blumensträußen.
Auch damit wäre sichergestellt, daß das Wasser, wenn es

nicht gewechselt wird, nach dem Verwelken der Blumen noch keimfrei ist. Eine Kontamination beim Weggießen ist somit nicht zu befürchten.

Da zu jedem Blumenstrauß nur einmal Desinfektionsmittel zugegeben werden muß, ist dieses Vorgehen auch nicht teuer; die Kosten pro Vase entsprächen etwa einer Händedesinfektion.

E. Z U S A M M E N F A S S U N G

In der vorliegenden Arbeit wurde nach Möglichkeiten gesucht, die Keimzahl im Blumenwasser zu reduzieren, und damit eine mögliche Quelle nosokomialer Infektion zu beseitigen:

a. durch Zugabe von Desinfektionsmitteln:
   8-Hydroxychinolinsulfat (Chinosol^{R}), Chloramin T (Clorina^{R}), Hexachlorophen, aktive Aldehyde (in Lysoformin 2000^{R}), Phenylmercuriborat (Merfen^{R}), eine Silberverbindung (Micropur^{R}), Benzalkoniumchlorid (Quartamon^{R}), Polyalkylamine (in Tego diocto^{R})
b. durch Zugabe käuflicher Blumenfrischhaltemittel:
   Compo Blumenfrisch, Haus Blumenborn Schnittblumenfrisch und Substral Blumenfrisch
c. durch tägliches Wechseln des Blumenwassers
d. indem man Pflanzen mit ätherischen Ölen in die Vase stellt

Die experimentellen Ergebnisse können wie folgt zusammengefaßt werden:

1. Hexachlorophen konnte die Keimzahl im Blumenwasser nicht verringern.
2. 8-Hydroxychinolin und die Silberverbindung waren in ihrer Wirksamkeit nicht zuverlässig genug und zeigten schwankende Werte.
3. Chloramin T und das Präparat bestehend aus Aldehyden konnten zwar alle Keime im Blumenwasser abtöten, verminderten die Haltbarkeit der Blumen jedoch extrem.

4. Gut desinfizierende Wirksamkeit zeigten Phenylquecksilberborat und die Präparate mit Benzalkoniumchlorid und Polyalkylaminen, ohne den Blumen zu schaden. In den Vasen mit 0,5% des benzalkoniumchloridhaltigen Mittels waren zu keinem Zeitpunkt Keime gefunden worden.
5. Blumenfrischhaltemittel sind geeignet, die Blühdauer der Blumen zu verlängern, ihre Wirksamkeit auf die Keime im Blumenwasser ist jedoch gering.
6. Durch tägliches Wechseln des Blumenwassers können nur kurzfristig geringe Keimzahlerniedrigungen erreicht werden.
7. Stellt man Pflanzen mit ätherischen Ölen (Fichte, Salbei) in das Blumenwasser, so ist die Keimzahl im Vergleich zu anderen Blumen nicht erniedrigt. Gibt man zusätzlich das entsprechende ätherische Öl in die Vase, so verringern sich die Keime erst ab einer Konzentration von 0,5%.

Um eine Keimverschleppung durch Blumenwasser im Krankenhaus zu vermeiden, scheint Benzalkoniumchlorid das geeignetste unter den geprüften Mitteln zu sein. Wünschenswert wäre eine solche Prophylaxe vor allem auf Stationen mit infektionsgefährdeten Patienten.

F. L I T E R A T U R V E R Z E I C H N I S

ANSORG, R., R. THOMSSEN, P. STUBBE
Erwinia Species bei letaler Neugeborenensepsis.
Med. Microbiol. Immunol. 159 (1974), 161-170

BÄR, F.
Über die Wirkung chemischer Substanzen auf Bakterien in der Diffusionsplatte
Pharmazie 3 (1948) 64-48

BARTZOKAS, C., M. HOLLEY, C. SHARP
Bacteria in flower vase water: incidence and significance in general ward practice
Br. J. Surg. 62 (1975), 295-297

BOURNOT, K.
Über die Einwirkung von Duftstoffen auf den lebenden Organismus, insbesondere den der Pflanzen,
Pharmazie 4 (1949), 81-86

BRIESKORN, C.H.
Ein Beitrag zur bakteriziden Wirksamkeit des Salbeiöls
Arch. Pharm. 283 (1950), 33-35

BUNDESGESUNDHEITSAMT Berlin (Herausgeber)
Richtlinie für die Erkennung, Verhütung und Bekämpfung von Krankenhausinfektionen
Bundesgesundheitsblatt 19 (1976) 1-7

BURKHARDT, F., W. STEUER
Infektionsprophylaxe im Krankenhaus
G. Thieme Verlag, Stuttgart (1980)

COLLIER, W.A., Y. NITTA — Über die Wirkung ätherischer Öle auf verschiedene Bakterienarten Z.f.Hyg. 111 (1930), 301-312

DASCHNER, F. — Infektionskontrolle in Klinik und Praxis G. Witzstrock Verlag, Baden-Baden (1979)

DASCHNER, F. — Erregerwandel bei Krankenhausinfektionen Med. Klin. 75 (1980), 317

DUKES, M.N.G. — Meyler's side effects of drugs Excerpta Medica, Amsterdam-Oxford-Princeton, (1980)

EFFENBERGER, E. — Gutachten über die Verwendung von Micropur zur Entkeimung des Trinkwassers auf Schiffen Hamburg, 26.5.1972

ELLÖ, I. — Beiträge zur Löslichkeitsvermittlung durch Tweens Pharmazie 17 (1962), 444-446

GEßNER, O. — Die Gift- und Arzneipflanzen von Mitteleuropa C. Winter Verlag, Heidelberg (1953)

GILDEMEISTER, E. F. HOFFMANN — Die ätherischen Öle Akademischer Verlag, Berlin Bd. 1 (1956), Bd. 4 (1956), Bd. 7 (1961)

v. GRAEVENITZ, A. — Mögliche Quellen gramnegativer Hospitalinfektionen
Hyg. Med. 3 (1976), 13-15

HETTCHE, H.O.
P. ROSENTHAL — Vergleichende Untersuchungen über die bakterizide und entwicklungshemmende Wirkung von ätherischen Ölen
Arch. Hyg. 115 (1935), 303-317

HOPPE, H.A. — Drogenkunde
W. de Gruyter Verlag, Berlin
Bd.1 (1975), Bd.2 (1977)

HORN, H., M. PRIVORA
W.F. WEUFFEN — Handbuch der Desinfektion und Sterilisation
VEB Verlag Volk u. Gesundheit, Berlin, Bd. 1 (1972)

HUGHES, W.H. — Protecting chrysanthemums from hospital infection
Lancet I (1974), 267

JOHANSEN, K.S.
H. LAURSEN,
B.J.WILHJELM — Flower vases as reservoirs of pathogens
Lancet I (1974), 359

KAITZIS, G. — Zierpflanzen-Hydrokulturen im Krankenhaus als mögliches Reservoir für Hospitalismus-Naßkeime
Mitteil. d. öster. Sanitätsverw. 78 (1977), 193-197

KELLNER, W.
W. KOBER — Möglichkeiten der Verwendung ätherischer Öle zur Raumdesinfektion
Arzneim. Forsch. 4 (1954), 319-324

KUCKEI, H.
J. RÖDGER
Hygiene im Krankenhaus
Umwelt u. Medizin Verlagsges.
Frankfurt (1980)

LAMMERS, T.
Wirkstoff-Basis und Desinfektionserfolg
Zbl. Bakt. I Abt. Orig. B
156 (1972) 138-144

LAMMERS, T.
Fachhygienisches Gutachten über die Brauchbarkeit von Tego-diocto zur Flächendesinfektion
Dortmund, 19.2.76

LAMMERS, T.
Pfützenkeime und ihre Bekämpfung in Klinik und Praxis
Hyg. Med. 5 (1976), 7-13

LEBDUSKA, J.
J. PIDRA
Über die Bedeutung des Oleum Pini für die Antisepsis
Zbl. Bakt. I Orig. 145 (1940), 261-269

MAROUSKY, F.J.
Influence of storage temperatures, handling and floral preservatives on postharvest quality of gypsophila
Proc. Fla. State Hort Soc. 85 (1972), 419-422

MAROUSKY, F.J.
New methods of handling cut flowers
Ohio Florists' Ass. Bulletin Nr. 532 (1974)

McGOVERN, J.
J. JACKSON
Foes among the flowers
Dimens. Health Serv. 51 (1974), 29-30

MORATH, E.
Zur Problematik von Hospitalinfektionen über Blumenwasser als Keimreservoir
Inaug. Diss. Würzburg 1980

MÜLLER, A.
Die physiologischen und pharmakologischen Wirkungen der ätherischen Öle, Riechstoffe und verwandten Produkte
Dr. A. Hüthig Verlag, Heidelberg 1951

PERKOWSKI, H.
D. DZIERZANOWSKA
M. KACZYNSKA
J. DZIEGIELEWSKI
J. BOROWSKI
Woda z wazonow jako rezerwuar drobnoustrojow oportunistyznych w srodowisku szpitalnym
Przeglad Epidemologiczny 29 (1975), 349-354

RÖMPP, H.
Chemielexikon
Franckh'sche Verlagshandlung, Stuttgart, Bd.1 (1966)

ROSENZWEIG, A.L.
Contaminated flower vases
Lancet II (1973), 568-569

SCHUBERT, H.
Merfen, ein neues organisches Desinfizienz auf Quecksilbergrundlage.
Desinfekt, u. Schädlingsbek.
A 4/5 (1949)

SCHWIETZER, C.H.
Chemische Konstitution und sekundäre Bindungskräfte als Ursachen bakteriostatischer Wirksamkeit
Arzneim. Forsch. 1, (1951) 402-407

SEELIGER, H.P.R. Taschenbuch der medizinischen Bakteriologie
Urban u. Schwarzenberg Verlag
München (1978)

SMELLIE, H.
P. BRINCKLOW The use of antiseptics for delaying decomposition of cut flowers in a hospital ward
Lancet II (1963), 777-778

STEUER, W. Krankenhaushygiene
G. Fischer Verlag, Stuttgart
(1979)

TAPLIN, D.
P.M. MERTZ Flower vases in hospitals as reservoirs of pathogens
Lancet II (1973), 1279-1281

TARTLER, G.
W. WEUFFEN
M. TRÄNCKNER Zusammenhänge zwischen chemischer Konstitution und keimwidriger Wirkung (7. Mitteilung)
Pharmazie 18 (1963), 625-629

THIMM, B. Möglichkeiten und Grenzen der Krankenhaushygiene
Hyg. Med. 12 (1976), 7-13

WATSON, A., C. KOONS Pseudomonas on the chrysanthemums
Lancet II (1973), 91

WERNER, H.P. Infektionsquellen und Infektionswege
Hyg. Med. 2 (1977), 133-135

WEUFFEN, W.
G. TARTLER Zusammenhänge zwischen chemischer Konstitution und keimwidriger Wirkung (8. Mitteilung)
Pharmazie 18 (1963), 630-632

WILL, H.

Wirkung und Anwendung von Blumenfrischhaltemitteln
Zierpflanzenbau 6 (1974), 196

WINTER, A.G.
L. WILLECKE

Die Beeinflussung der bakteriostatischen Wirkung von Senfölen durch Emulgatoren
Zbl. f. Bakt. I Orig. 170 (1957)
210-214

Herrn Professor Dr. Döll danke ich herzlich für die Überlassung des Themas und für seine Unterstützung bei der Durchführung und Abfassung dieser Arbeit.

Herrn Professor Dr. Seeliger danke ich für die Übernahme des Korreferates und die Bereitstellung des Arbeitsplatzes.

Mein Dank gilt ferner allen Mitarbeitern des Labors für angewandte Hygiene und Bakteriologie.

LEBENSLAUF

24.7.1949	geboren in Marktredwitz als Tochter des Versicherungskaufmanns Alfred Bauer und seiner Ehefrau Annelies, geb. Walther.
1955-1959	Besuch der Volksschule in Marktredwitz und Nürnberg
1959-1966	Besuch des mathematisch-naturwissenschaftlichen Sigena-Gymnasiums in Nürnberg
1966-1968	Besuch des mathematisch-naturwissenschaftlichen Graf-Münster-Gymnasiums in Bayreuth
23.7.1968	Reifezeugnis
1968-1970	Pharmazeutisches Praktikum in Bayreuth
Sept. 1970	Pharmazeutische Vorprüfung
1971-1974	6-semestriges Pharmaziestudium an der Friedrich-Alexander-Universität, Erlangen
Mai 1974	Pharmazeutisches Staatsexamen und Approbation als Apotheker
1973-1974	Studium der Humanmedizin an der Universität Erlangen
1974-1980	Studium der Humanmedizin an der Julius-Maximilians-Universität, Würzburg
März 1976	ärztliche Vorprüfung
März 1977	1. Abschnitt der ärztlichen Prüfung
März 1979	2. Abschnitt der ärztlichen Prüfung
Mai 1980	3. Abschnitt der ärztlichen Prüfung
6.6.1980	Approbation als Arzt

Ich bin verheiratet mit dem Apotheker und Arzt Joachim Freund.

Elisabeth Freund

Dissertationsdruck
Schmitt & Meyer

Würzburg Ludwigkai 28a Tel. 7 23 80

Dissertationsdruck
Schmitt & Meyer

Würzburg Ludwigkai 28a Tel. 7 23 80